

НАПРЯЖЕНИЯ, ВОЗНИКАЮЩИЕ В СОСТАВНОМ ШЛИФОВАЛЬНОМ КРУГЕ

В. А. ГОВОРУХИН

(Представлена научным семинаром кафедры станков и резания металлов
и кафедры технологии машиностроения)

Для определения распределения напряжений в составном шлифовальном круге, армированном стальным кольцом, воспользуемся уравнениями (7—10) [1]. В качестве примера рассмотрим расчет напряжений в составном круге, абразивное кольцо которого изготовлено из шлифовального круга Э9А40СТ2К5. Материал абразивного кольца характеризуется коэффициентом Пуассона, равным 0,2, модулем упругости $5 \cdot 10^3 \text{ кг/мм}^2$ и объемным весом $2,4 \cdot 10^{-6} \text{ кг/мм}^3$ [2], а материал стального кольца — коэффициентом Пуассона 0,3, модулем упругости $21 \cdot 10^3 \text{ кг/мм}^2$ и объемным весом $7,8 \cdot 10^{-6} \text{ кг/мм}^3$. Расчет проведен для окружной скорости шлифовального круга 100 м/сек.

Полученные эпюры радиальных и тангенциальных напряжений показаны на рис. 1 для обычного шлифовального круга с внутренним диаметром, равным 127 мм, наружным — равным 300 мм, и трех составных шлифовальных кругов, армированных стальными кольцами с постоянным внутренним диаметром, равным 127 мм, и переменным наружным диаметром, изменяющимся от 186 до 256 мм.

Тангенциальные напряжения уменьшаются от внутренней поверхности металлического кольца к наружной довольно значительно и в месте клеевого соединения изменяются скачкообразно, что может быть объяснено четырехкратным различием в модулях упругости абразивного материала и стали. К наружной поверхности абразивного кольца тангенциальные напряжения плавно уменьшаются. Но если в цельном шлифовальном круге максимальные касательные напряжения составляют $2,2 \text{ кг/мм}^2$, то в составном круге на абразивном кольце они уменьшаются с увеличением наружного диаметра металлического кольца. Например, при наружном диаметре металлического кольца, равном 168 мм, максимальные касательные напряжения равны $1,28 \text{ кг/мм}^2$, а при наружном диаметре металлического кольца, равном 256 мм, — только $0,7 \text{ кг/мм}^2$.

Радиальные напряжения, наоборот, по своей максимальной величине увеличиваются с ростом наружного диаметра металлического кольца. Так, при наружном диаметре металлического кольца, равном 168 мм, максимальное значение радиальных напряжений составляет $0,6 \text{ кг/мм}^2$, а при наружном диаметре металлического кольца, равном 256 мм, — $0,9 \text{ кг/мм}^2$.

Как следует из представленных эпюр напряжений для принятых соотношений диаметров абразивного и металлического колец, танген-

циальные напряжения по величине во всех случаях превышают радиальные напряжения. Следовательно, в данном случае абразивное кольцо, как наименее прочное по сравнению со стальным кольцом, будет разрушаться под действием касательных напряжений и при прочности

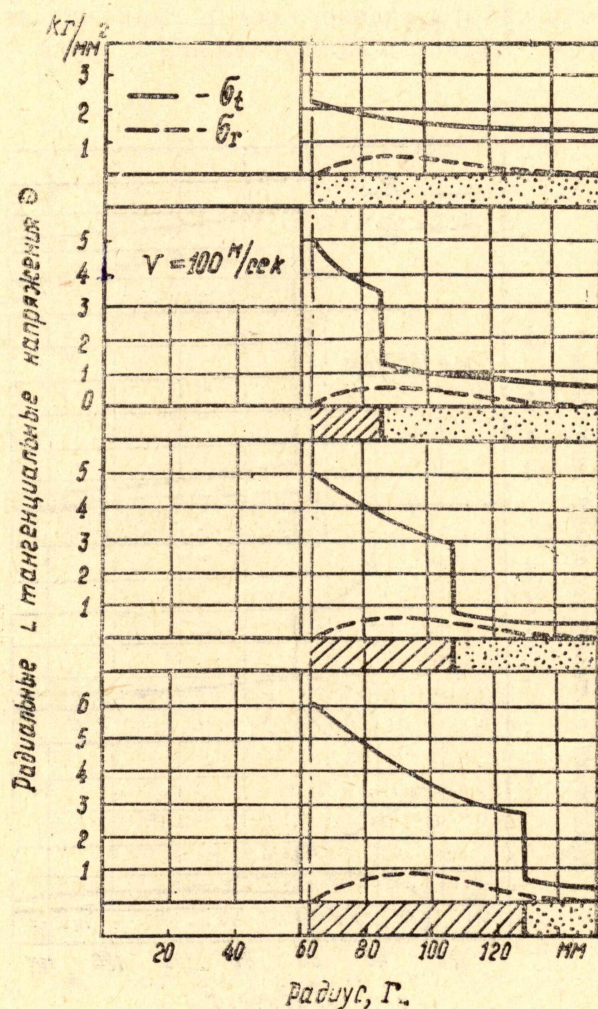


Рис. 1

на разрыв материала абразивного кольца, не превышающего, как правило, лишь для наиболее прочных кругов 2 кг/мм^2 , целесообразно для повышения окружной рабочей скорости составного шлифовального круга изготовлять абразивное кольцо с минимальной толщиной стенки.

Вместе с тем, подобное изменение размеров составного шлифовального круга желательно и из условий работы клеевого соединения, разрушающегося под действием радиальных напряжений. Например, при наружном диаметре металлического кольца, равном 168 мм, радиальные напряжения, возникающие в клеевом соединении, составляют $0,6 \text{ кг/мм}^2$, а уже при диаметре 256 мм — только $0,3 \text{ кг/мм}^2$.

Несколько иная картина изменения радиальных и тангенциальных напряжений получается в том случае, если размеры абразивного кольца не изменяются, а изменение размеров составного шлифовального круга осуществляется за счет изменения толщины металлического кольца (рис. 2). В этом случае с ростом толщины металлического кольца тангенциальные напряжения в абразивном кольце уменьшаются, но

радиальные напряжения увеличиваются как в абразивном кольце, так и в клеевом соединении, что является нежелательным явлением, так как очень трудно подобрать такой состав клеевой композиции, чтобы его прочность с абразивом превышала прочность на разрыв материала абразивного кольца.

С точки зрения работы клеевого соединения, как наименее прочного из всех элементов составного шлифовального круга, последняя схема

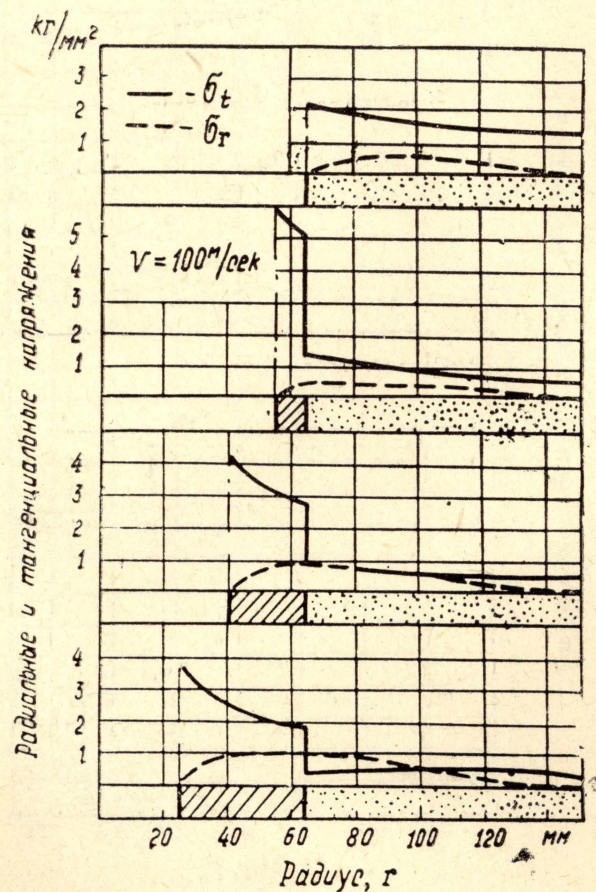


Рис. 2

создания конструкции высокоскоростного шлифовального круга является менее приемлемой, чем первая. В настоящее время круги формы ПП размером $300 \times 40 \times 127$ на станках, не имеющих бесступенчатого изменения числа оборотов, используются максимально на 64%, так как диаметры фланцев, используемых для крепления шлифовального круга на станке, должны быть не менее 0,5 диаметра круга, и поэтому максимальный диаметр используемой части круга составляет 206 мм.

Указанный размер шлифовального круга выбран потому, что имеющийся в наличии у исследователей станок модели 312М позволяет работать именно с такими размерами круга. Однако вышесказанное остается в силе, так как выпускаемые типоразмеры кругов из-за наличия фланцев для крепления никогда не используются более чем на 90%.

Таким образом, с точки зрения прочности клеевого соединения и максимального использования выпускаемых шлифовальных кругов, внутренний диаметр абразивного кольца составного шлифовального

круга необходимо принимать равным диаметру фланцев, используемых для крепления круга.

Вместе с тем, в общем случае составной шлифовальный круг должен работать так, чтобы максимально использовались прочность клеевого соединения и прочность материала абразивного кольца.

Составной шлифовальный круг может разрушаться под действием тангенциальных напряжений на внутренней поверхности абразивного кольца, когда они достигнут прочности материала абразивного кольца или под действием радиальных напряжений, когда они достигнут прочности клеевого соединения.

$$\sigma_{\text{т.2В}} = [\sigma_a], \quad \sigma = [\sigma_k],$$

где

$[\sigma_a]$ — прочность на разрыв абразивного материала;

$[\sigma_k]$ — прочность на разрыв материала клеевой композиции.

Следовательно,

$$\frac{\sigma_k}{\frac{M_2 - M_1}{N_2 + N_1}} = \frac{[\sigma_a]}{\frac{M_2 - M_1}{N_2 + N_1} \left(\frac{1 + \alpha_2^2}{1 - \alpha_2^2} \right) + C_2(2 + \alpha_2^2) - D_2 \cdot \alpha_2^2}$$

или

$$C = \frac{[\sigma_a]}{[\sigma_k]} = - \frac{1 + \alpha_2^2}{1 - \alpha_2^2} + \frac{C_2(2 + \alpha_2^2) - D_2 \cdot \alpha_2^2}{\frac{M_2 - M_1}{N_2 + N_1}}. \quad (1)$$

Согласно уравнению (1), оптимальное соотношение размеров абразивного и металлического колец будет зависеть от соотношения допустимой прочности на разрыв материалов этих колец.

Задаваясь соотношением прочности материалов абразивного и металлического колец и соотношением размеров какого-либо кольца, можно определить то искомое соотношение размеров другого кольца, при котором теоретически будет происходить разрушение составного круга и по материалу абразивного кольца, и по клеевому соединению.

На рис. 3 показано для трех случаев соотношений прочности материалов колец изменение соотношения размеров абразивного кольца при изменении соотношения размеров металлического кольца. Из представленного рисунка следует, что при постоянном металлическом кольце при увеличении прочности клеевого соединения наружный диаметр составного шлифовального круга должен уменьшаться. При постоянном соотношении прочностей клеевого соединения и материала абразивного кольца уменьшение соотношений размеров металлического кольца ведет к увеличению соотношений размеров абразивного кольца, т. е. абразивное кольцо становится все более тонкостенным и поэтому малоприспособным с точки зрения его практического использования.

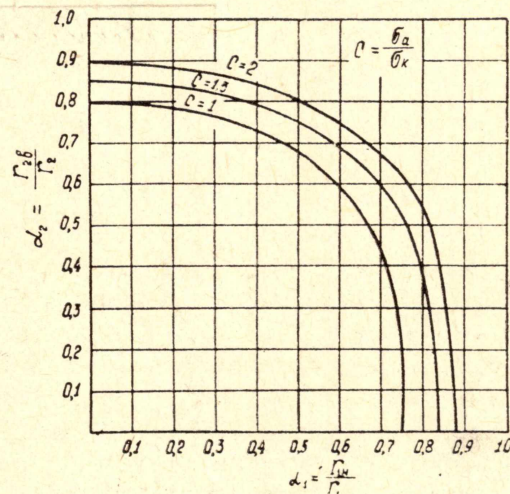


Рис. 3

Таким образом, исходя из наружного и внутреннего диаметров составного шлифовального круга, диктуемых конструктивными особенностями каждого шлифовального станка и прочностью материала абразивного кольца и клеевой композиции, согласно графикам рис. 3, очень просто подобрать необходимое соотношение размеров абразивного и армирующего колец для изготовления составного шлифовального круга.

ЛИТЕРАТУРА

1. В. А. Говорухин. Расчет на прочность составных шлифовальных кругов. Настоящий сборник.
 2. Г. М. Ипполитов. Абразивно-алмазная обработка. М., изд-во «Машиностроение», 1969.
-